

VELEUČILIŠTE U POŽEGI



IRIS PETEK, 1277/13

PROIZVODNJA SIRA TRAPISTA U LUDBREŠKOJ MLJEKARI „ANTUN BOHNEC“

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2016. godine

VELEUČILIŠTE U POŽEGI
POLJOPRIVREDNI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

**PROIZVODNJA SIRA TRAPISTA U
LUDBREŠKOJ MLJEKARI „ANTUN BOHNEC“**

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA : TEHNOLOGIJA MLIJEKA I MLIJEČNIH PROIZVODA

MENTOR: mr.sc. Stanko Zrinščak

STUDENT: Iris Petek

Matični broj studenta: 1277/13

Požega, 2016. godine

Sažetak:

Sir Trapist jedan je od najpoznatijih polutvrdih sireva koji potječe iz francuskog samostana Port Disali gdje je zapisan i originalan recept, koji se prenosi usmeno. U radu je opisan tehnološki proces proizvodnje polutvrdog sira Trapista u ludbreškoj mljekari „Antun Bohnec“, te karakteristike, povijest i sami početak proizvodnje sira kao i pH vrijednosti kod prešanja i nakon salamurenja. Najvažniji čimbenik kod proizvodnje sira je kvaliteta sirovog mlijeka, zato se prije samog početka proizvodnje, u laboratoriju radi analiza mlijeka koje se uzima iz cisterne prilikom prijema, te određuje sadržaj proteina, laktoze, mliječne masti te suhe tvari. Analiza mlijeka radi se i zbog higijene mlijeka, te zbog moguće prisutnosti lijekova i ostalih inhibitora, a nakon utvrđivanja kvalitete i higijenske ispravnosti mlijeka, započinje proizvodnja računanjem prinosa sira. Računanje prinosa znantno olakšava samu proizvodnju. Cilj ovog rada je prikazati proizvodnju Trapista sa kvalitetnim i higijenski ispravnim mlijekom.

Ključne riječi: sir Trapist, mljekara „Antun Bohnec“, pH vrijednost, proizvodnja, tehnološki postupak

Abstract:

Cheese Trapist is one of the most known semi-hard cheeses originating from the french monastery Port Disali where the original recipe was first recorded but it is passed on orally. Technological process of production of this cheese in Ludbreška dairy firm "Antun Bohnec" is described in this report, alongside with characteristics, history and the beginning of the cheese production as well as the pH value during and after the process. The most important factor of cheese production is quality of raw milk and because of that, before the production, the milk, which is taken from tanks, is tested in laboratory for quantities of proteins, lactose, lactic acid and dry matter. Alongside with the quantities tested, the analysis is also done in purposes of determing its hygiene as there is a possibility of presence of drugs or other substances. After the full analysis is finished, the process of calculating the cheese yield begins. Such results are valuable for the production. The goal of this report is to present that the cheese Trapist is produced with the qualitative and hygienically valuable milk.

Key words: Cheese Trapist, Ludbreška dairy firm „Antun Bohnec“, pH value, production, technological process

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1 Mlijeko.....	2
2.1.1 Kemijski sastav mlijeka.....	2,3,4
2.1.2 Fizikalna svojstva mlijeka.....	4,5
2.2. Sirarstvo.....	5,6
2.3. Sir Trapist.....	6
2.3.1. Povijest i početak proizvodnje sira Trapista.....	6,7
2.3.2. Osobine i glavna obilježja.....	7
3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA.....	8
3.1. Materijal istraživanja.....	8
3.1.1. Prijem mlijeka.....	8
3.1.2. Standardizacija (tipizacija) i baktofugacija mlijeka.....	8
3.1.3. Pasterizacija mlijeka i dodatak kultura za fermentaciju.....	9
3.1.4. Dodaci i sirenje mlijeka.....	9,10
3.1.5. Obrada, izrada i očvršćivanje sirnog zrna.....	10
3.1.6. Dodavanje tehnološke vode.....	10
3.1.7. Dogrijavanje i sušenje sirnog zrna.....	10,11
3.1.8. Pražnjenje sirne kade, pretprešanje sirne mase, kalupiranje i prešanje sira..	11
3.1.9. Soljenje sira.....	11
3.1.10. Sušenje sira.....	12
3.1.11. Zrenje i njega sira u toku zrenja.....	12,13
3.1.12. Skladištenje sira.....	13
3.2. Metode.....	14

3.2.1. Prinos sira.....	14
3.2.2. Mjerenje pH kod prešanja i nakon salamurenja.....	14
3.2.3. Analiza mlijeka.....	14
4. REZULTATI.....	15
4.1. Izračun prinosa sira.....	15
4.2. Vrijednosti pH Trapista kod prešanja.....	16
4.3. Vrijednosti pH Trapista nakon salamurenja.....	17
4.4. Vrijednosti analiziranog mlijeka.....	17
5. RASPRAVA.....	18
6. ZAKLJUČAK.....	19
7. LITERATURA.....	20

1. UVOD

Mlijeko sa svojim bogatim udjelom vitamina, minerala, kalcija i bjelančevina, zaslužuje biti prva hrana mladunčadi sisavaca. Dobiva se od krava, ovaca, koza, bivola, deva, kobilica između kojih je najpoznatije od krava. Vrste mlijeka razlikuju se prema fizikalno – kemijskim, senzorskim i tehnološkim svojstvima, te hranjivoj i energetskej vrijednosti.

Osim što je savršeno kao hrana, mlijeko je namirnica iz koje se dobivaju razni proizvodi pa tako i sir. Za dobivanje kvalitetnog sira, potrebno je i kvalitetno te higijenski ispravno mlijeko koje se prilikom prijema, ispituje u kemijskom i mikrobiološkom laboratoriju jer za bilo koji proizvod, važno je dobro poznavati biološka, mikrobiološka te osnovna fizikalna i kemijska svojstva. Za svaki proizvod, mlijeko je potrebno pripremiti, pasterizacijom, baktofugacijom te standardizacijom mliječne masti.

Sir Trapist pravi se od punomasnog kravljeg mlijeka, sa standardiziranom mliječnom masti, sa određenim dodacima i parametrima specifičnim za njegovu proizvodnju. Trapist krasi, ugodan, blago kiselkast miris, te aromatičan i umjereno slan okus sa određenim stupnjem vlažnosti što mu daje osjećaj da je „nedozrio“, odnosno izgleda kao tip mladog sira. To ustvari i krasi ovaj proizvod jer je vrijeme zrenja daleko duže od drugih polutvrdih sireva, te se on prilikom zrenja ručno okreće i premazuje. Tijekom cijele proizvodnje prati se pH vrijednost, te se na finalnom proizvodu rade analize s ciljem provjere kvalitete.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Mlijeko

Mlijeko je najkompletnija prirodna tekućina, jer sadržava sve tvari neophodne za očuvanje zdravlja i normalnu funkciju ljudskog organizma.

Pod pojmom mlijeka, podrazumijeva se kravlje mlijeko dok se ostale vrste moraju istaknuti nazivom („ovčje“, „kozje“, „bivolje“) (Tratnik & Božanić, 2012).

2.1.1. Kemijski sastav mlijeka

Mlijeko se smatra emulzijom ili suspenzijom mliječne masti u vodi u kojoj se nalazi niz tvari u topljivom stanju (laktoza, topljive mineralne tvari u obliku soli i vitamini topljivi u vodi) te tvari u koloidnom stanju (proteini), od kojih je kazein koloidna suspenzija, dok su proteini sirutke koloidna otopina (Tratnik & Božanić, 2012:23).

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav kravljeg mlijeka (Muir, 1998).

Sastojci mlijeka	Udjel u mlijeku (%)	Udjel u suhoj tvari (%)
Laktoza	4,8	37,5
Mast	3,7	28,9
Proteini	3,4	26,6
Pepeo	0,7	5,5
NPN (neproteinski dušik)	0,2	1,5
Suha tvar	12,8	100,0

- Voda

U sastavu mlijeka najveći postotak čini voda, čak 86-89%. Voda u mlijeku je uglavnom slobodna, dok je udio vezane vode 4-12% . U slobodnoj se vodi otapa mliječni šećer laktoza, vitamini topljivi u vodi, soli, mineralne tvari i dr., dok vezana voda nema sposobnost otapanja (Tratnik & Božanić 2012).

- Mliječna mast

Količina mliječne masti u mlijeku je promjenjiva, a kreće se u vrijednosti od 2,5-6%. Nalazi se u obliku globula različite veličine ali su puno veće od ostalih sastojaka mlijeka.

Mliječna mast je kompleks različitih lipidnih tvari od kojih se neke nalaze u jezgri globule a neke od njih i u plazmi mlijeka. Sadrži najviše triacilglicerola uz mali udjel diacilglicerola i monoacilglicerola. Drugi sastojci mliječne masti se nalaze u vrlo malim koncentracijama, ali su važni kod određivanja senzorskih svojstava i hranjive vrijednosti mlijeka; vitamini topivi u mastima, sastojci arome, glikoproteini, mineralne tvari, karotenoidni pigmenti i dr. (Tratnik & Božanić, 2012).

- Laktoza

Mliječni šećer, disaharid sastavljen od molekula α -D-glukoze i β -D-galaktoze. U svježem kravljem mlijeku u većini pasmina, laktoze prosječno ima najviše oko 4,7%. Osim laktoze u mlijeku se može naći mali udjel monosaharida (glukoze i galaktoze) i nekih aminošećera koji su zapravo derivati razgradnih produkata laktoze (Tratnik & Božanić, 2012).

- Proteini

Ukupno proteina u kravljem mlijeku ima od 2,6 do 4,2%. Osnovni protein u mlijeku je kazein koji je ujedno i najsloženiji protein mlijeka, ali se lako koagulira na više načina (djelovanjem kiselina i enzima) pa se tako može izdvojiti od mlijeka. Zastupljen je u količini od 80%.

Proteini sirutke nisu osjetljivi na djelovanje kiseline ili enzima sirišnih preparata pa obično zaostaju u sirutki. Vrlo su osjetljivi na djelovanje topline te se mogu denaturirati pri temperaturi višoj od 60°C (Tratnik & Božanić, 2012).

- Vitamini

Iako nemaju nikakvu hranidbenu vrijednost, ove organske tvari su neophodne za ljudski organizam. Količina vitamina topivih u mastima (A, D, E i K) ovisi o njihovom udjelu u hrani za muzne životinje te o udjelu prisutne masti u mlijeku. Vitamini topivi u vodi (vitamini B kompleksa i vitamin C) potječu uglavnom od mikroflore buraga koja ih sintetizira (Tratnik & Božanić, 2012).

- Mineralne tvari

U mlijeku se nalaze u međusobnom odnosu i obliku koji najbolje odgovara potrebama ljudskog organizma, a prema njihovu udjelu ubrajaju se u makroelemente i mikroelemente.

Mikroelemenata (Zn, Se, Al, Fe, Cu, F, Si, J, Br i dr.) u mlijeku je brojčano više od makroelemenata koji se u mlijeku uglavnom nalaze u obliku topljivih i netopljivih anorganskih i organskih soli. Najvažniji su kalcij i fosfor zbog poželjnog udjela u mlijeku u odnosu na dnevne potrebe (Tratnik & Božanić, 2012).

- Enzimi mlijeka

U mlijeku je prisutno oko 60 enzima koji se navode kao endogeni enzimi, a enzimi koji potječu od mikroorganizama navode se kao egzogeni enzimi i ne smatraju se prirodnim sastojkom mlijeka. Aktivnost enzima najviše ovisi o temperaturi i pH-vrijednosti sredine te o koncentraciji enzima. Mnogi enzimi aktivni su pri 0°C, dok je optimalna aktivnost većine enzima pri temperaturi od 30° i 50°C.

Enzimi mogu uzrokovati bitne promjene sastojaka mlijeka, što se može odraziti na lošu senzorsku kvalitetu mlijeka a potom i proizvoda dok neki mogu znatno oštetiti tehnološka svojstva mlijeka. Aktivnost pojedinih enzima nakon toplinske obrade mlijeka može biti dokaz djelotvornosti pasterizacije ili sterilizacije mlijeka (Tratnik & Božanić, 2012).

2.1.2. Fizikalna svojstva mlijeka

Kiselost mlijeka može se odrediti kao titracijska kiselost ili kao aktivna kiselost, tj. pH-vrijednost. Prirodna kiselost mlijeka potječe od kiselih svojstava proteina, a najviše od kiselih soli te nešto od plinova u mlijeku, askorbinske kiseline i slobodnih masnih kiselina i aminokiselina.

Relativna gustoća mlijeka pojedinih krava može biti u granicama od 1,015g/cm do 1,045g/cm, ali se gustoća skupnog mlijeka može kretati između 1,028g/cm do 1,034g/cm od 200°C. Obiranje mliječne masti povećava gustoću mlijeka, a dodatak vode ju smanjuje.

Optička svojstva mlijeka ovise o koncentraciji i disperziji pojedinih sastojaka. Mlijeko je neprozirna tekućina bijele boje na koju najviše utječe kazein. Svijetlo žućkasta nijansa mlijeka potječe od karotenoidnih pigmenata u mliječnoj masti.

Vrelište je temperatura ključanja mlijeka, a zbog otopljenih tvari je nešto veća (oko 100,16°C) od temperature ključanja vode.

Ledište je temperatura zamrzavanja mlijeka, a zbog otopljenih tvari je nešto manja od temperature zamrzavanja vode (Tratnik & Božanić, 2012).

2.2. Sirarstvo

Prema općoj definiciji: sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg mlijeka i/ili njihovih mješavina), vrhnja, sirutke ili kombinacijom navedenih sirovina (Pravilnik, 2009).

Sireve je moguće razvrstati prema određenim svojstvima:

- prema vrsti proteina (albuminski, kateinski te mješoviti)
- prema vrsti mlijeka (kravlji, kozji, ovčji, bivolji i /ili njihova mješavina)
- prema načinu grušanja (kiseli, slatki i mješoviti)
- prema udjelu masti u suhoj tvari (od posnog do ekstra masnog)
- prema udjelu vode u bezmasnoj tvari sira (svježi, meki, polutvrđi, tvrdi, ekstra tvrdi)
- prema sličnom procesu proizvodnje
- prema načinu zrenja
- prema području ili mjestu proizvodnje (Tratnik & Božanić, 2012)

Proizvodnja sira obuhvaća sirenje ili grušanje mlijeka, sušenje gruš i oblikovanje sirnog zrna, što se primjenjuje u proizvodnji svih vrsta sireva. Bit proizvodnje sira je provedba koagulacije proteina, odnosno sirenje ili grušanje mlijeka te oblikovanje sirnog gruš uz izdvajanje određene količine sirutke. Nakon sirenja mlijeka dobiveni se koagulum ili gruš sira učvršćuje izlučivanjem sirutke djelovanjem kiseline (kiselinska sinereza) ili djelovanjem topline (toplinska sinereza) da bi bio sposoban za daljnju obradu u svrhu dobivanja sirnog zrna i proizvedenog sira.

Sinereza znači otpuštanje sirutke iz čestica gruš, te nije jednostavan proces. Obuhvaća preuređenje proteinske mreže u nastalom grušu, kidanje vlakana i oblikovanja čvršće kompaktne strukture uz otpuštanje sirutke. Rezanjem, miješanjem, oblikovanjem i tlačenjem gruš postiže se mehaničko odvajanje sirutke i daljnje sušenje zrna do željenog udjela vode u siru.

Obrada kiselog gruš, dobivenog sirenjem obranog mlijeka djelovanjem kiseline kao u proizvodnji tradicionalnog svježeg sira, jednostavna je i traje puno kraće nego prethodno vrenje mlijeka, dok je obrada slatkog gruš dobivenog sirenjem mlijeka djelovanjem sirišnih

enzima, kao u proizvodnji većine sireva, dugotrajnija zbog primjene dodatnih postupaka i potrebe odvajanja veće količine sirutke.

Zrenje sira odvija se djelovanjem enzima u siru, koji potječu od mlijeka, dodane mikrobne kulture, nedodane mikroflore te od zaostalih enzimskih pripravaka. Tokom zrenja zbivaju se biokemijske, kemijske i fizikalno-kemijske promjene sastojaka sirne mase (laktoze, masti i proteina). Tijekom zrenja, sireve je potrebno kontrolirati i njegovati kako bi nastale ostale značajke specifične za pojedini sir. Trajanje zrenja sira ovisi o vrsti sira (od tri tjedna do godine dana), te utječe na intezitet arome i okusa ili svojstvene teksture pojedinog sira. Ako sir pripada vrstama tvrdih i ekstra tvrdih sireva, zrenje treba trajati što dulje.

Prinos sira ovisi o udjelu i neoštećenim svojstvima proteina i masti u mlijeku, a zatim o provedbi postupaka tijekom proizvodnje sira koji mogu dovesti do njihovih gubitaka jer odlaze zajedno sa sirutkom. Prinos zrelih sireva ovisi i o trajanju zrenja zbog isušivanja sira.

Trajanost sira karakteristična je za vrstu sira, najviše ovisi o količini vode i mliječne masti u njemu te uvjetima čuvanja sira. sirevi se mogu konzumirati sve dok se ne pojave neke loše senzorske značajke, što su pokazatelji kvarenja sira (Havranek et al., 2014).

2.3. Sir Trapist

2.3.1. Povijest i početak proizvodnje sira Trapista

Sir Trapist potječe direktno od sira Port-du-Salut koji se počeo proizvoditi u Francuskoj u samostanu Notre-Dame de Port-du-Salut, te predstavlja današnju inačicu za sir Saint Paulin.

Port-du-Salut je izvorni sir koji se proizvodi u trapističkim samostanima od 1816. godine. Od njega su se razvili svi sirevi srodnici ove vrste. Ovo izvorno ime je komercijalno zaštićeno od 1976. godine.

Port Salut je isti sir koji se počeo proizvoditi izvan trapističkih samostana od 1909. godine te su po njemu nose ime svi komercijalni sirevi ove vrste. 1946. taj je naziv zaštićen i isključivo pravo na korištenje ima S.A.F.R.

Saint Paulin je naziv koji se pojavio 1946. godine, za ovaj sir, budući da su prethodna izvorna dva imena zaštićena, on se danas koristi u Francuskoj i širom svijeta za ovu vrstu sira. Prvi zapisi o počecima proizvodnje sira Trapista na području bivše Jugoslavije datiraju od 1882. godine. Te je godine došao brat Ignacije iz Francuskog trapističkog samostana Port-du-Salut te počeo podučavati brata Luku o pravljenju sira. Sir se proizvodio ne samo za potrebe

redovnika nego kasnije i za prodaju. Po nazivu samostana sir je nosio naziv „Trapist Maria Stern“, a kasnije „Trapist Marija Zvijezda“. Može se pretpostavljati da je izvorni Trapist po tim osobinama bio najbliži današnjem siru Saint-Paulin (Banja Luka – turistička organizacija, 25.05.2016., url).

2.3.2. Osobine i glavna obilježja

Sir Trapist ima oblik koluta, promjera 16-20cm i visine 6-10cm, težine 1,5-2,3kg. Sir ima srednje debelu, glatku koru žute boje, a okus mu je specifičan i blag ili neznatno kiselkast sa ugodnim mirisom. Konzistencija sira je plastična koja se lako reže i ne lijepi se za oštricu noža. Sir na presjeku ima rupice veličine zrna graška sa sjajnom unutarnjom površinom (Hrčak, 27.05.2016., url) .



Slika 1. Trapist Marija Zvijezda

3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

3.1 MATERIJAL ISTRAŽIVANJA

3.1.1. Prijem mlijeka

Prije istakanja, uzima se uzorak da bi se u laboratoriju utvrdila kvaliteta zaprimljenog mlijeka mjerenjem temperature, kiselosti, sadržaja masti, proteina, suhe tvari, broja somatskih stanica, te se radi test na prisutnost rezidua, tj. antibiotika u mlijeku i test na aflatoksine.

Na osnovu dobivenih zadovoljavajućih rezultata, pristupa se istakanju mlijeka. Pri istakanju mlijeko se procijedi pomoću cijevnog filtera koji je smješten ispred centrifugalne crpke. Pročišćeno mlijeko se crpkom transportira kroz pločasti hladionik u skladišni spremnik. U pločastom hladioniku mlijeko se hladi vodom do $+4^{\circ}\text{C}$, čime je omogućeno pohranjivanje do upotrebe.

3.1.2. Standardizacija (tipizacija) i baktofugacija mlijeka

Proizvedeni sir mora imati standardnu količinu mliječne masti, zbog toga se količina mliječne masti u mlijeku mora prilagoditi prema vrsti sira koji se proizvodi. Standardizacija mliječne masti u ludbreškoj mljekari „Antun Bohnec“ provodi se pomoću separatora. Odvojeno obrano mlijeko i vrhnje iz separatora kapaciteta 12 000 L/h ulazi u standardizer koji miješa dio vrhnja sa obranim mlijekom i automatski podešava željeni sadržaj mliječne masti u mlijeku za sir.

Baktofugacija (centrifugalna separacija bakterija) proces je uklanjanja bakterija iz mlijeka, osobito njihovih spora, modificiranom hermetičkom centrifugom – baktofugom kapaciteta 1200 L/h pri temperaturi od $60-63^{\circ}\text{C}$, odmah nakon separacije masti, odnosno po izlasku mlijeka iz standardizera nakon standardizacije sadržaja mliječne masti. Pomoću baktofuge odvoji se 80-90% bakterija od ukupno prisutnih u obrađenom mlijeku.

3.1.3. Pasterizacija mlijeka i dodatak kultura za fermentaciju

Obavezno se primjenju zbog sanitarnih razloga, te da se izbjegnu moguće štete u proizvodnji sira.

U ovoj mljekari primjenjuje se kratkotrajna pasterizacija mlijeka pri temperaturi od 72-74°C 20 sekundi nakon standardizacije i baktofugacije mlijeka. Kapacitet uređaja je 12 000 L/h i sam tijek je vođen mikroprocesorski, odnosno automatski. Nakon pasterizacije mlijeko se hladi na temperaturu od 9-11°C i puni u spremnik prije sirenja.

Pasteriziranom, ohlađenom mlijeku, dodaju se mikrobne kulture bakterija mliječne kiseline, koji su odgovorni za tvorbu mliječne kiseline a potom za tvorbu arome i proizvodnju CO₂ (oblikovanje manjih sirnih rupica). Kultura se dodaje u spremnik za zrenje mlijeka na samom početku punjenja. Zrenje se odvija na temperaturi od 9-11°C od 18-20 sati. Za zrenje se koriste duboko smrznute DVS kulture.

Mlijeko se pomoću centrifugalne crpke izvlači iz spremnika za zrenje, dogrijava se u protoku u pločastom izmjenjivaču i puni u sirnu kadu (zgotovljač). Mlijeko se dogrijava toplom vodom na temperaturu sirenja od 30-31°C.

3.1.4. Dodaci i sirenje mlijeka

Kod proizvodnje sira u mlijeko se dodaju dodaci kako bi se olakšalo odvajanje sirutke od gruš, a gubici kazeina i mliječne masti s odvojenom sirutkom bili manji.

Kalcijev klorid se dodaje kako bi se postigla dovoljna čvrstoća gruš i konstantno vrijeme grušanja (sirenja). U mlijeku se dodaju manje količine kalcij klorida, oko 0,02%, ako je dodano previše, dobije se prečvrsti gruš koji se teško reže i sirna zrna koja će se teže sljepljivati, te će nastati neujednačena struktura. Može se pojaviti i gorčina sira.

Boje imaju ulogu poboljšati boju sira. Koristi se anatto boja (ekstrat iz Bixa orellana) ili ekstrat beta-karotena. Dodaje se u količini od 7-15 g/1000L na početku punjenja sirnog kotla mlijekom kako bi se postepeno i ujednačeno umiješala u mlijeko.

Nakon miješanja dodataka u mlijeko i punjenja sirne kade (zgotovljača) sa željenom količinom mlijeka (7000 L), slijedi sirenje mlijeka uz dodataka enzima sirila životinjskog ili biljnog podrijetla ovisno o vrsti i koncentraciji. Proizvođači uglavnom preporučuju količinu potrebnu za određeni udjel mlijeka. Dodaje se da se mlijeko zgruša (usiri) u vremenu od 30-40 min. Sirilo se priprema 20 minuta prije nego se dodaje mlijeku i to tako da se natopi u 5-7L tehnološke vode temperature oko 30°C kakva je i temperatura sirenja. Nakon dodatka sirila, mlijeko je potrebno još pažljivo miješati (2-3 minute) kako bi se ono ravnompravno raspodjelilo. Zatim se miješalice zaustave i postave se specijalne miješalice-noževi za rezanje u početni položaj, te se zaustavi kretanje da se mlijeko umiri i usiri.

3.1.5. Obrada, izrada i očvršćivanje sirnog zrna

Nakon provjere jakosti oblikovanog gruš slijedi obrada u svrhu odvajanja sirutke od gruš (sirnog zrna) i proizvodnja sira željene kakvoće. Gruš se obrađuje tako da se reže na specijalnim noževima-mješalicama, stupnjevito povećanjem brzine kretanja. Sirni gruš se reže tako da se dobiju kockice - sirno zrno u veličini od 6-8 mm.

Nakon što se izrade zrna određene veličine, uključi se suprotan smjer kretanja mješalice-noževa tako da tupa strana mješalice sada miješa sirno zrno u odvojenoj sirutki. Miješanje traje oko 10 min, odnosno toliko dugo da zrno očvrstne kako se ne bi u mirovanju sljepilo. Kada se postigne odgovarajuća čvrstoća zrna, zaustave se mješalice da se sirno zrno staloži na dno zgotovljača. Pomoću specijalnog sita odvoji se do 30% sirutke od početnog sadržaja kotla.

3.1.6. Dodavanje tehnološke vode

Nakon oduzimanja dijela sirutke ponovno se pokreću mješalice da se sirno zrno dalje miješa sa sirutkom i postepeno dodaje tehnološka voda temperature 60-65°C kako bi smanjili sadržaj laktoze u siru. Ta faza se još naziva i pranje sirnog zrna. Dodatak tehnološke vode zavisi od kiselosti sirutke odnosno sadržaja sirnog kotla, obično je to količina od 20% od prvotnog sadržaja sirnog kotla.

Sa tim postepenim dodavanjem tehnološke vode podigne se temperatura sadržaja sirnog kotla na 33-34°C.

3.1.7. Dogrijavanje i sušenje sirnog zrna

Sadržaj kotla lagano se dogrijava kako bi se ubrzala toplinska sinereza (odvajanje sirnog zrna i pojačavanje čvrstoće zrna). Dogrijava se pomoću tople vode preko dvostruke stijenke sirnog kotla (zgotovljača). Temperatura dogrijavanja je 38-40°C. Dogrijavanje je potrebno izvesti kroz 10-15 min, kako bi se sirno zrno polagano sušilo. Po dogrijanosti, sadržaj kotla se miješa dok god se ne postigne određena čvrstoća sirnog zrna, što se može utvrditi stiskanjem sirnih zrna u šaci i ponovnim razdvajanjem u dlanovima.

Vrijeme sušenja obično traje od 40-50 min. Kada se postigne određena čvrstoća zrna, sirutka se odvaja od zrna i oblikuje sir.

3.1.8. Pražnjenje sirne kade, pretprešanje sirne mase, kalupiranje i prešanje sira

Pomoću rotacione pumpe, sadržaj sirnog kotla se prebaci u pretprešu – kadu za prešanje sirne mase kapaciteta 10 000L mlijeka. Ona se sastoji od specijalne perforirane trake koja je dno kade, gdje i dolazi do odvajanje sirutke od sirnog zrna i pokretnog perforiranog poklopca pomoću kojeg se sirno zrno zapreša i formira u sirnu masu. Prešanje sirne mase traje 15 min i odvija se po fazama:

1. faza 3 minute – 1.5 bara
2. faza 3 minute – 3 bara
3. faza 9 minuta – 5 bara

Nakon pretprešanja, pokretna traka iznosi sirnu masu preko specijalnih noževa van iz pretpreše gdje radnici ručno stavljaju izrezane komade sirne mase u kalupe.

Kalupi se sa sirom slažu u vertikalne preše gdje se vrši prešanje sira. Prešanje sira se odvija u dvije faze:

1. faza 30 minuta – 2.5 bara
2. faza 45 minuta – 3,5 bara

Nakon svakog prešanja sir se obrezuje i okeće. Sir se preša da bi se postiglo krajnje odvajanje sirutke, dobije odgovarajuća tekstura i oblik sira, te da se tijekom zrenja osigura nastanak kore sira.

3.1.9. Soljenje sira

Po završetku prešanja sirevi se slažu u paletne kaveze za soljenje sira. Pomoću kranske dizalice, paletne kaveze sa sirom stavljamo u bazene sa salamurum. Trajanje salamurenja ovisi o vrsti, težini (veličini i tvrdoći) sira, koncentraciji soli i temperature salamure. Trapist se soli 24 sata.

Sir se soli jer sol utječe na njegovu kakvoću, na tijek zrenja kao i oblikovanje kore, te smanjuje količinu vode, a sudjeluje i u stvaranju okusa i mirisa sira.

Salamura sadržava određene kriterije:

Kiselost – pH = 5,3-5,2

Koncentracija soli – jačina salamure = 18-20° Be' (19-22%)

Temperatura = 13 – 16°C

3.1.10. Sušenje sira

Nakon što se sir izvadi iz salamure, ostavlja se u paletnim kavezima da se ocijedi od salamure. Drugi dan slaže se na daske na pokretne stalaže i odvozi u prostor za sušenje sira. sir se suši na temperaturi od 14-16°C i relativnoj vlazi od 80-85%, oko 3 do 4 dana uz svakodnevno okretanje. Cilj sušenja sira je postizanje određene čvrstoće sira – kore.

3.1.11. Zrenje i njega sira u toku zrenja

Po postizanju određenog stupnja osušenosti sira – kore, sir se prebacuje u prostoriju za zrenje sira – zriionu. Kod zrenja sira odvijaju se biokemijski procesi kojima se sirna masa pretvara u sir, a nastaju u određenim uvjetima (relativna vlaga od 90-95% i temperaturi od 12-14°C). Zrenje sira uzrokuje više čimbenika:

- zaostali enzimi pripravaka za sirenje (himozin, pepsin ili mikrobne proteinaze): oko 80-90% odlazi u sirutku
- enzimi mlijeka
- bakterije dodane kulture i njezini enzimi

Za trajanje zrenja najintenzivnije se mjenja kazein. Složene molekule kazeina cijepaju se u manje složene. Polazeći od ove činjenice, ocjena zrelosti sira obično uključuje odnos pojedinih oblika dušika u siru. Odnos dijelova dušika topivog u vodi u siru prema 100 od ukupnog dušika – koeficijent zrelosti sira.

U procesu zrenja dolazi i do razgradnje mliječne masti što pridonosi okusu i aromi sira. Sir se tijekom zrenja redovito njeguje okretanjem, premazivanjem sa zaštitnim premazom, kojeg nanosimo na sir u nekoliko slojeva, što zavisi o dužini zrenja sira.

Prostorije za zrenje sira su opremljene policama koje su dovoljno čvrste i koje se lako peru, kao i daske za sir koje se u toku zrenja sira po potrebi mjenjaju i peru.

Trajanje zrenja sira Trapista, prije otpreme u skladište i dalje na tržište je 30 dana.

3.1.12. Skladištenje sira

Nakon završenog zrenja sira od 30 dana, na sir se može nanjeti sloj parafina – parafinirati, kako bi spriječili daljnje kaliranje sira. Na sir se stavlja i etiketa sa potrebnim podacima o siru (naziv, suha tvar, mast u suhoj tvari, datum proizvodnje, oznaka sira, uputa o čuvanju sira i dr.). Zatim se sir stavlja u transportne kartonske kutije, pa na palete, te se odvozi u skladište do prodaje. Temperatura skladištenja sira je od 0-5°C u trajanju do 120 dana.



Slika 2. Zrenje sira Trapista

3.2. Metode

3.2.1. Prinos sira

Prinos (randman) sira je količina proizvedenog sira od određene količine mlijeka. Ovisi od udjelu suhe tvari u mlijeku, a u prvom redu o količini proteina. U praksi se obično izračunava stvarni prinos nakon završene proizvodnje mladog sira prije zrenja, te zrelog sira

nakon zrenja. Prema razlici tih prinosa može se odrediti gubitak sirne mase (kalo) zbog isušivanja tijekom zrenja.

Stvarni je prinos masa (kg) proizvedenog sira od 100 litara ili kg mlijeka, a izračunava se na ovaj način:

$$\text{Prinos sira (\%)} = \frac{m(\text{sira})}{m(\text{mlijeka}) \text{ ili } V(\text{mlijeka})} \times 100$$

pri čemu je: m = masa izražena u kg (sira ili mlijeka)

V = volumen izražen u L

3.2.2. Mjerenje pH kod prešanja i nakon salamurenja

Mjerenje pH vrijednost neizostavni je dio proizvodnje sira Trapista. Njegovim stalnim mjerenjem i praćenjem dobe se rezultati koji ukazuju na kvalitetu sira te na pojave i probleme koji se mogu dogoditi u proizvodnji i zrenju.

3.2.3. Analiza mlijeka

Analiziraju se uzorci iz svake farme zasebno, te jedan zajednički (iz cisterne). Analize se rade na Milco-scanu, uređaju koji mjeri postotak proteina, mliječne masti, laktoze i suhe tvari u mlijeku.



Slika 3. Milco-scan

4. REZULTATI

4.1. Izračun prinosa sira

Iz 7000 litara mlijeka proizvela su se 322 komada sira Trapista, ukupne mase od 740,6 kg prije zrenja. Nakon 30 dana zrenja kod predaje u skladište gotovih proizvoda sir je imao ukupnu masu od 692,3 kg.

Ovdje je prikazano koliki su bili prinosi te koliki je bio kalo u toku zrenja.

$$\text{Prinos mladog sira} = \frac{740,6 \text{ kg}}{7000 \text{ L}} \times 100 = 10,58 \%$$

$$\text{Prinos zrelog sira} = \frac{692,3 \text{ kg}}{7000 \text{ L}} \times 100 = 9,89 \%$$

$$\text{Kalo u toku zrenja} = \frac{9,89}{10,58} \times 100 = 93,47 \%$$

Tako se može izračunati prosječna količina mlijeka potrebna za proizvodnju 1 kg ili 100 kg sira:

$$L = \frac{100}{P}$$

pri čemu je: L = količina mlijeka

P = prinos sira

$$\text{Primjer: } \frac{100}{9,89} = 10,11 \text{ L}$$

4.2. Vrijednosti pH Trapista kod prešanja

Tablica 2. pH vrijednost sira Trapista za svaku šaržu kod prešanja, travanj 2016. godine

pH vrijednost
6,42
6,41
6,43
6,40
6,45
6,43
6,44
6,42
6,44
6,43
6,40

U tablici su prikazane pH vrijednosti sira Trapista nakon prešanja, odnosno kod stavljanja izrezanih komada, koji izlaze i pretpreše, u kalupe.



Slika 4. pH metar

4.3. Vrijednosti pH trapista nakon salamurenja

Tablica 3. pH vrijednost sira Trapista za svaku šaržu nakon salamurenja, travanj 2016. godine

pH vrijednost
5,40
5,38
5,41
5,43
5,42
5,39
5,37
5,40
5,42
5,42
5,44

Tablica prikazuje izmjerene pH vrijednosti sira nakon 24 sata u salamuri sa 19-22% soli.

4.4. Vrijednosti analiziranog mlijeka

Tablica 4. Prosječan kemijski sastav i kakvoća svježeg sirovog mlijeka zaprimljenog u ludbreškoj mljekari „Antun Bohnec“, travanj 2016.godine

Isporuka	°C	Kiselost °SH	Masti %	Proteini %	Suha tvar %	Broj somatskih stanica u 1mL	Test na antibiotike	Test na aflatoksine
1.	5,6	6,38	4,46	3,48	13,27	276 000	Negativno	Negativno
2.	6,1	6,44	4,43	3,50	13,24	310 000	Negativno	Negativno
3.	5.8	6,42	4,47	3,46	13.16	231 500	Negativno	Negativno

5. RASPRAVA

Iz 7 000 litara mlijeka dobe se 322 komada Trapista, ukupne mase od 740,6 kg prije zrenja, a nakon 30 dana zrenja kod predaje u skladište gotovih proizvoda sir ima ukupnu masu od 692,3 kg. Ta razlika ukazuje na kalo u toku zrenja koji je u ovom slučaju 6.53%.

Pomoću prinosa mogu se isplanirati proizvodni kapaciteti u budućoj proizvodnji jer se u praksi izražavaju po 1 kg ili se pomnože sa 100 po 100 %, pa tako i da je potrebno 10, 11 litara pripremljenog mlijeka za proizvodnju 1 kg zrelog sira Trapista.

Stalnim mjerenjem i praćenjem pH dobiju se rezultati koji ukazuju na kvalitetu sira te na pojave i probleme koji se mogu dogoditi kod same proizvodnje i u fazi zrenja.

U fazi formiranja i prešanja sira, postepeno se povećava čvrstoća sirnog tijesta dok vrijednost pH malo opada. Rezultati mjerenja pH vrijednosti kod prešanja kretala su se između 6,45 – 6,40 te se u razdoblju mjerenja nisu previše mjenjala a ni odstupala.

Rezultati mjerenja pH vrijednost nakon salamurenja bila su između 5,45 – 5,35. Tijekom soljenja mijenja se pH vrijednost kao i viskozitet sirne mase i to utjecajem soli na vrijednost suhe tvari i strukture sira. pH salamure je od 5,3 do 5,2, te je samim time i pH vrijednost Trapista nešto niža nego kod prešanja. Nakon salamurenja sir odlazi na zrenje gdje mu se nakon 30 dana pH smanjuje na oko $\pm 5,51$.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju analiza i mjerenja, te praćenjem pH vrijednosti sira Trapista može se zaključiti da:

- da je neizostavno svakodnevno analiziranje mlijeka prije samog početka proizvodnje sira Trapista radi njegove kakvoće i kvalitete
- pH vrijednosti prije prešanja i nakon salamurenja ukazuju na njegovu strukturu te utjecaj soli na vrijednost suhe tvari kao i na probleme koji se mogu javiti prilikom proizvodnje
- da je osnovni preduvjet za dobivanje kvalitetnog sira Trapista korištenje svježeg i higijenski ispravnog mlijeka, kvalitetnih dodataka, te ispravno vođenje i kontrola tehnološkog procesa proizvodnje

7. LITERATURA

1. Narodne novine (2015) *Zakon o hrani. Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva*. Zagreb: Narodne novine d.d. 20/09
2. Havranek J. et.al (2014.) *Sirarstvo*. Zagreb. Hrvatska mljekarska udruga
3. Tratnik Lj.; Božanić R. (2012.) *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb
4. Banja Luka - turistička organizacija, 25.05.2016. http://www.banjaluka-tourism.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=246:trapist&Itemid=152&lang=sr
5. Hrčak, 27.05.2016. <http://hrcak.srce.hr/1673>
6. Anonymus_1, 26.08.2016.
https://www.google.hr/search?q=sir+trapist+marija+zvijezda&client=opera&hs=btd&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiHi-yhibOAhXGNJoKHbnbBL0Q_AUICCGb&biw=1366&bih=658#imgsrc=70d0zoNu1mfPgM%3A
7. Anonymus_2, 26.08.2016.
https://www.google.hr/search?q=paška+sirana&hl=hr&biw=1366&bih=658&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjdyrm8nebOAhWGA5oKHZTVCsMQ_AUIBygC&dpr=1#hl=hr&tbm=isch&q=pa%C5%A1ka+sirana+zrione&imgsrc=54vhj83LLK3mYM%3A
8. Anonymus_3, 26.08.2016.
https://www.google.hr/search?q=pH+metar&client=opera&hs=aXK&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj6PGEnubOAhXBHJoKHSBNBL0Q_AUICCGb&biw=1366&bih=658#imgsrc=efa5iyUtejKeYM%3A

POPIS KRATICA

NPN – neproteinski dušik

CO₂ – ugljični dioksid

S.A.F.R. (ta Societe Anonyme des Fermiers Reunis) - registrirani zaštitni znak

DSV Direct Vat Set (izravno stavljanje u spremnik) – duboko smrznute kulture za zrenje

Be' (baumé) – mjera za koncentraciju salamure

SH° (Soxhlet-Henkel) – mjera za kiselost mlijeka

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav kravljeg mlijeka (Muir 1998).

Tablica 2. pH vrijednost sira Trapista za svaku šaržu kod prešanja, travanj 2016. godine

Tablica 3. pH vrijednost sira Trapista za svaku šaržu nakon salamurenja, travanj 2016. godine

Tablica 4. Prosječan kemijski sastav i kakvoća svježeg sirovog mlijeka zaprimljenog u ludbreškoj mljekari „Antun Bohnec“, travanj 2016.godine

POPIS SLIKA

Slika 1. Trapist Marija Zvijezda

Slika 2. Prostorije za zrenje sira Trapista

Slika 3. Milco-scan

Slika 4. pH metar

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja Iris Petek, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom: PROIZVODNJA SIRA TRAPISTA U LUDBREŠKOJ MLJEKARI „ANTUN BOHNEC“ te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, kolovoz, 2016.

Ime i prezime studenta
